



ALNARP

Klosettvattnenkvalitet – spårelement i relation till fosfor

SVEN-ERIK SVENSSON OCH JAN-ERIC ENGLUND

Växtnäringsämnen i hushållsavloppsvatten kan fångas upp och återföras till åkermark med ett minimum av föroreningar om klosettvattnet samlas upp skilt från hushållets BDT-vatten¹. Flera tidigare studier har visat att källsorterat klosettvattnet har en bra kvalitet ur växtnärings- och föroreningssynpunkt och kan kvalitetsmässigt i viss mån jämföras med nötflytgödsel. Målet med denna studie har varit att beskriva halter av spårelement i relation till växtnärings (fosfor) i källsorterat klosettvattnet samt att identifiera eventuella kvalitetsskillnader hos klosettvattnet beroende på ursprung.

I denna studie ingår sju klosettvattnenprov från Lunds kommun, fyra från permanentbostäder och tre från kolonistugeområden. När innehållet av nio tungmetaller i klosettvattnenproven jämförs med de av Naturvårdsverket föreslagna gränsvärdena (mg/kg P) för avloppsfraktioner för 2015, visar det sig att relationen mellan metallerna och fosfor i de flesta fall med god marginal ligger under föreslagna gränsvärden. Högst ligger zink där medianvärdet är cirka 50 % av föreslaget gränsvärde, följt av nickel och kadmium på cirka 35 %.

Klosettvattnenkvalitet kan även beskrivas som mängden tillförda spårelement (g/ha) till åkermark, vid en tillförsel av 22 kg P per ha med klosettvattnet. Med de gränsvärden som föreslås gälla från 2015, enligt Natur-

vårdsverket, klarar klosettvattnenproven i de flesta fall gränsvärdena med god marginal. När klosettvattnenproven jämförs med föreslagna skärpta gränsvärden från år 2023 resp. 2030 visar sig följande: Från år 2030 är sannolikheten stor att enskilda klosettvattnenprov kommer att hamna ovanför föreslaget gränsvärde för kadmium och att flera andra metaller hamnar nära sina gränsvärden. Det är speciellt allvarligt att kadmium riskerar hamna över gränsvärdet med tanke på att analyserna baseras på källsorterat klosettvattnet.

Klosettvattnenkvalitet

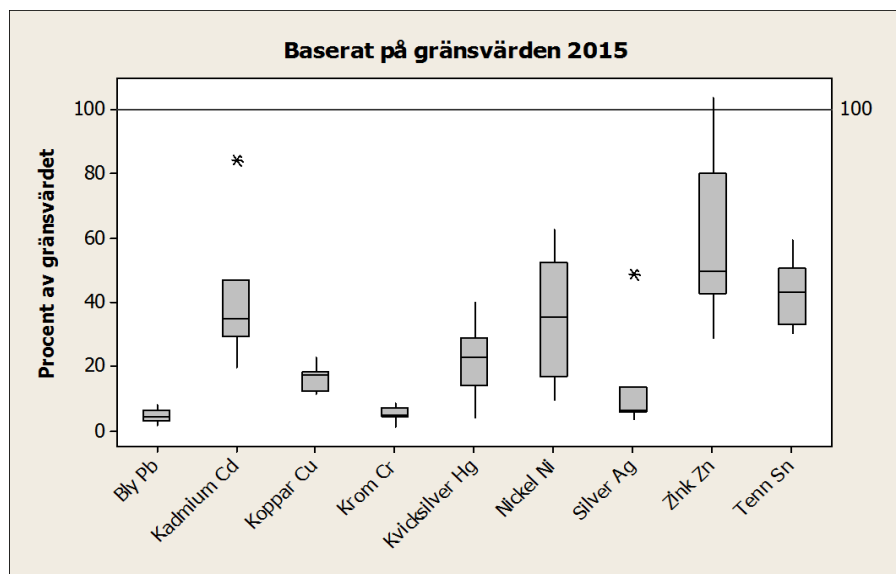
Kunskap om kvaliteten hos källsorterat klosettvattnet är grundläggande för att kunna ställa långsiktiga mål och krav på kvalitet hos avloppsslam som ska användas som gödselmedel på åkermark. I dagsläget saknas en fullständig kunskap hos praktiker och forskare om vad som är klosettvattnenkvalitet, eftersom dagens kvalitetsbegrepp för klosettvattnet endast baseras på ett fåtal av de 60 spårelement som undersökts i detta SVU-projekt.



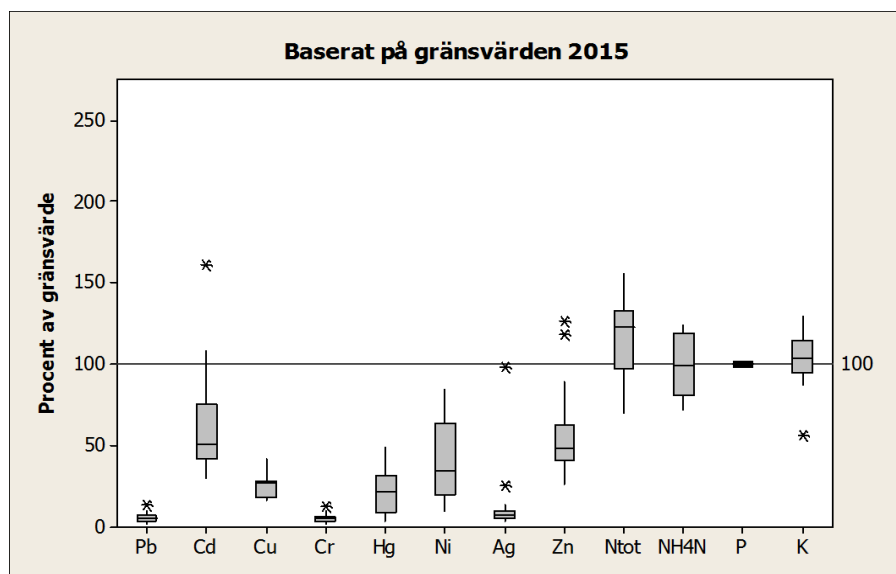
Klosettvattnet i kretslopp. Foto: Erik Steen Jensen.

Klosettvattnenkvalitet är ett vedertaget begrepp inom certifieringssystemet REVAQ för avloppsslam vid Svenskt Vatten. Det långsiktiga målet för kvalitet på avloppsslam är att det ska motsvara kvaliteten hos källsorterat klosettvattnet. Styrgruppen för REVAQ har fastlagt att "med klosettvattnenkvalitet avses kvaliteten på det källsorterade toalettvattnet som samlas upp i en sluten avloppstank, till vilken enbart en eller ett fåtal toaletter är anslutna". Tidigare studier rörande klosettvattnen-

¹ BDT = Bad-Disk-Tvätt



Figur 1. Boxplot² för genomsnittliga metallhalter i förhållande till fosforinnehållet i klosettvattnet i procent av föreslagna gränsvärden (mg/kg P) för avloppsfractioner 2015. OBS. Tidigare föreslogs även tenn vara en "reglerad" metall, men detta förslag ströks i rapporten "Hållbar återföring av fosfor" (Naturvårdsverket 2013).



Figur 2. Genomsnittlig tillförsel av metaller med klosettvattnet, i procent av föreslagna gränsvärden (g/ha) för avloppsfractioner 2015.

kvalitet har främst varit inriktade på de hitintills sju "reglerade" metallerna i avloppsslam, dvs. bly, kadmium, koppar, krom, kvicksilver, nickel och zink. I viss utsträckning har även silver, tenn, växtnäringsinnehållet samt

organiska ämnen undersökts. Det har dock inte gått att fastställa vad som är klosettvattnets kvalitet i ett vidare perspektiv eftersom det har saknats analyser av flertalet spårelement.

I denna studie har klosettvattnets

litet definierats som "halter av spårelement i relation till halt av fosfor (mg/kg P)" på samma sätt som rapporten "Hållbar återföring av fosfor" Naturvårdsverket (2013). En förstudie genomfördes före detta huvudprojekt, för att beskriva hur man bäst kvantifierar så många som möjligt av de 60 spårelement som enligt RE-VAQ är aktuella för beskrivning av klosettvattnets kvalitet. En metod för uppslutning och analys av klosettvattnet utvecklades i förstudien i samarbete med ALS Scandinavia. Det togs också fram en metod för representativ provtagning av klosettvattnet från en slamsugningsbil (Johansson & Svensson 2012a, 2012b).

Kretslopp från klosettvattnetsystem

Genom att samla upp klosettvattnet skiljt från BDT-vattnet kan huvuddelen av växtnäringsämnena i hushålls-avloppsvattnet samlas upp och recirkuleras till åker, med ett minimum av föroreningar. I klosettvattnetsystem samlas urin och fekalier upp, medan BDT-vattnet hanteras separat. Klosettvattnetsystem ger stora möjligheter att öka återföringen av växtnäringsämnen till åker och samtidigt kraftigt minska belastningen på reningsverk och recipienter. Vidare är innehållet av metaller relativt lågt i klosettvattnet (Emilsson et al. 2006, Almqvist et al. 2007, Johansson & Svensson 2012a).

I blandande klosettvattnetsystem blandas urin och fekalier i toalettstolen. Klosettvattnet leds därefter till en sluten tank, via självfall eller vakuum. Spolvatten används för att transportera urin, fekalier och toalettpapper. Detta gör att ett blandande system inte skiljer sig så mycket från ett konventionellt toalettssystem. Inblandningen av spol-

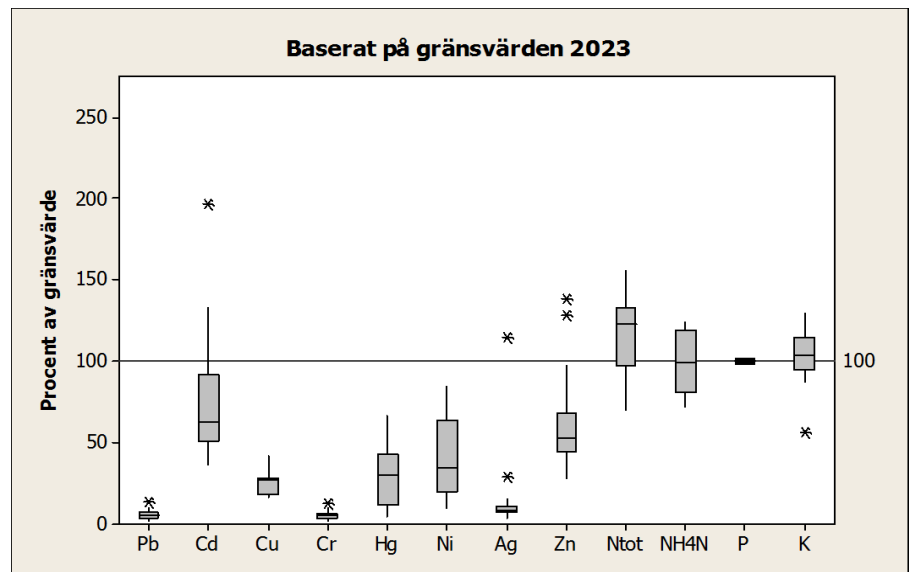
² Boxplottens streck i mitten av boxen är medianen (Q2). Boxens kanter ges av nedre kvartilen (Q1) och övre kvartilen (Q3). En observation markeras med * om avståndet till lådans kant är större än $1,5 \cdot IR = 1,5 \cdot (Q3 - Q1)$.

vatten gör dock att mängderna som ska behandlas och transporteras till åker ökar och behandlingen blir mer energikrävande. Enligt Emilsson et al. (2006) kommer den största delen av de växtnäringsämnen som finns i hushållsavlopp från klosettvattnet: 90 % av kvävet, 74 % av fosfor och 79 % av kaliumet. För metaller gäller det omvända – den absolut största andelen metaller finns i BDT-vattnet.

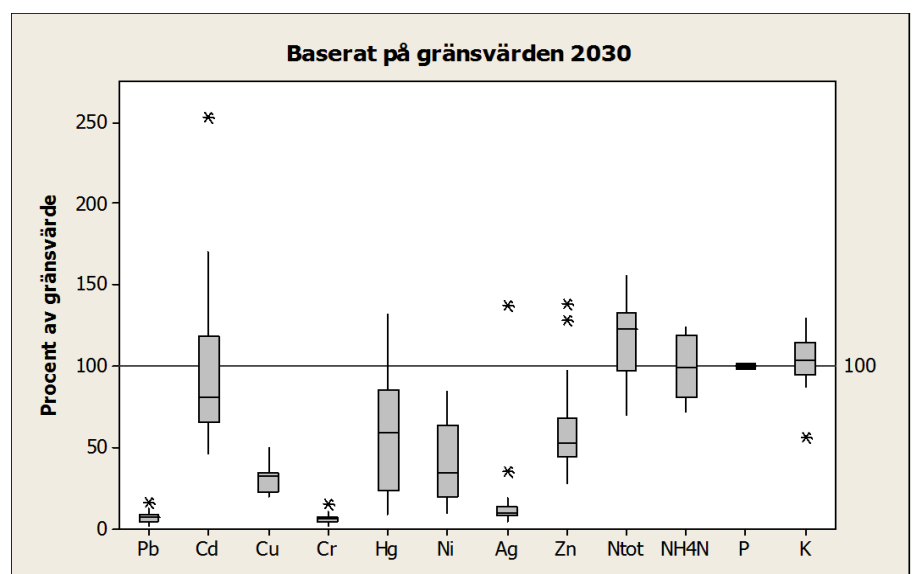
Halterna av tungmetaller i klosett-vatten avspeglar normalt innehållet i maten, eftersom det mesta av det som vi äter passerar rakt genom kroppen. Kadmium (Cd) är ett exempel där klosett-vatten visar på låga halter i förhållande till innehållet av fosfor (P). Klosett-vatten ligger på 11–19 mg Cd/kg P, vilket kan jämföras med drygt 30 mg Cd/kg P i medelhalt för avloppsslam (Hjelmqvist et al. 2012). Emilsson et al. (2006) anger dock att det går att uppnå en ännu lägre kvot i klosett-vatten: 7 mg Cd/kg P, medan Jönsson (pers. medd. 2014) menar att nivån bör ligga på 11 mg Cd/kg P. Detta baserar han på data från bostadsområdet Gebers utanför Stockholm. Enligt Hjelmqvist et al. (2012) är kravet för att tillåta spridning av REVAQ-certifierat avloppsslam på åkermark max 33 mg Cd/kg P. Denna nivå föreslås dock att sänkas till 17 mg Cd/kg P år 2025.

Material och metod

I denna studie ingår sju klosett-vattenprov, där fyra kommer från enskilda avlopp vid olika permanentbostäder på landsbygden i Lunds kommun och tre från olika kolonistugeområden i Lund. Spårelementen i proven har bestämts med en metod som utvecklades i förstudien, syrauppslutning i HNO_3 + HF och analys med ICP SMS. För att erhålla mätvärden för ädelmetaller och sällsynta jordartsmetaller genom-



Figur 3. Genomsnittlig tillförsel av metaller med klosett-vatten, i procent av föreslagna gränsvärden (g/ha) för avloppsfractioner 2023.



Figur 4. Genomsnittlig tillförsel av metaller med klosett-vatten, i procent av föreslagna gränsvärden (g/ha) för avloppsfractioner 2030.

fördes en matrisseparering med två olika kolonner före ICP-analysen. (Johansson & Svensson 2012a, b)

Resultat och diskussion

I detta Faktablad redovisas klosett-vattenkvalitet baserat på nio tungmetallers relation till fosforinnehållet (g/kg P), se Figur 1, samt hur mycket

tungmetaller (g/ha) som får tillföras åkermark med olika avloppsfractioner, se Figur 2–4. För klosett-vattenkvalitet baserat på alla 60 spårelement som undersökts i detta projekt hänvisas till SVU Rapport Nr 2015-10 ”Halter av 60 spårelement relaterat till fosfor i klosett-vatten – huvudstudie”.

Resultatet för de nio metallerna

visar att relationen mellan halterna av tungmetallerna och fosfor för de flesta av dessa tungmetaller med god marginal ligger under föreslagna gränsvärden (mg/kg P), enligt Naturvårdsverket (2013). Överväger man möjligheten att använda klosettavtänkvattenkvalitet, baserad på denna avgränsade huvudstudie, som norm för framtida gränsvärden för avvattnat avloppsslam, så indikerar resultatet att de av Naturvårdsverket föreslagna gränsvärdena för 2015 ligger högt för alla ämnen utom zink (se Figur 1).

Klosettavtänkvattenkvalitet kan enligt Naturvårdsverket även beskrivas som mängden tillförda spårelement (g/ha) till åkermark med avloppsfraktioner, vid en tillförsel av 22 kg P per ha. Nya gränsvärden enligt detta förslag föreslås gälla för flera avloppsfraktioner från 2015 och med skärpningar av gränsvärdena år 2023 och 2030. Med de gränsvärden som föreslås gälla från 2015 klarar klosettavtänkvattenproven, i denna avgränsade studie, gränsvärdena med god marginal, när vi använder 75 %-percentilen från våra data som gräns, se Figur 2. Vissa enskilda prover för kadmium och zink överstiger gränsen.

I Figur 2 visas även hur mycket växtnäring som tillförs med klosettavtänkvattnet, i procent av gränsvärden för N-Tot 170 kg/ha och NH₄-N 150 kg/ha. Även om kalium inte är ett föreslaget gränsvärde för avloppsfraktioner, har en ”gräns” på 50 kg/ha lagts

in för att visa hur välbalanserat ett källsorterat klosettavtänkvatten är ur växt-näringssynpunkt, t.ex. till en spannmålsgröda.

När klosettavtänkvattenproven jämförs med föreslagna gränsvärden för tillförsel av metall till åkermark år 2023 och 2030, visar det sig följande: Från år 2030 är sannolikheten stor att enskilda klosettavtänkvattenprov kommer att hamna ovanför föreslaget gränsvärde för kadmium och att flera andra metaller hamnar nära sina gränsvärden, vid en tillförsel av 22 kg P per ha och år, se Figur 3-4. Det är speciellt allvarligt att kadmium riskerar hamna över gränsvärdet med tanke på att analyserna baseras på källsorterat klosettavtänkvatten.

Referenser

Almqvist, Helena, Andersson, Åsa, Jensen, Annika, Jönsson, Håkan (2007). Sammansättning och flöden på BDT-vatten, urin, fekalier och fast organiskt avfall i Gebers. SVU rapport 2007-05. Stockholm: Svenskt Vatten Utveckling

Emilsson, Karin Book, Jenssen, Petter D.J., Flatlandsmo, Arnstein, Grea-torex, Jim, Hellström, Daniel, Magid, Jakob, Malmén, Linda, Palm, Ola, Santala, Erkki (2005). Klosettavtänkvattensystem – Nordisk inventering och förslag till FoU. Tema Nord 2006:503. Köpenhamn: Nordiska ministerrådet.

Hjelmqvist, Jane, Johansson, Mats, Tegelberg, Linda (2012). Återföring

av näring från små avlopp. En kunskapssammanställning om källsorterande avloppssystem för enskilda hus och samlad bebyggelse. Urban Waters rapportserie 2012:1. CIT Urban Water Management AB. https://www.havochvatten.se/download/18.13780b7613b461ffa9e1a1d/13559_94868573/rapport-urban-water-2012-01-aterforing-av-naring-sma-avlopp.pdf

Johansson, Christina, Svensson, Sven-Erik (2012a). Halter av 60 spårelement i klosettavtänkvatten för fastställande av klosettavtänkvattenkvalitet – Förstudie. Rapport nr 2012-05. Stockholm: Svenskt Vatten Utveckling. http://vav.griffel.net/filer/SVU-rapport_2012-05

Johansson, Christina, Svensson, Sven-Erik (2012b). Analysmetoder för fastställande av 60 spårelement i klosettavtänkvatten. LTJ-fakultetens faktablad 2012:23. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet. http://pub.epsilon.slu.se/9114/8/Johansson_et_al_121002.pdf

Jönsson, Håkan (2014). Professor, Inst. för energi och teknik, SLU Uppsala. Personlig kommunikation.

Naturvårdsverket (2013). Hållbar återföring av fosfor: Naturvårdsverkets redovisning av ett uppdrag från regeringen. Rapport 6580. Stockholm: Naturvårdsverket. <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/6400/978-91-620-6580-5.pdf>

- Faktabladet är utarbetat inom LTV-Fakulteten, Inst. för biosystem och teknologi, SLU Alnarp www.slu.se/bt
- Faktabladet bygger på SVU-rapport Nr 2015-10 ”Halter av 60 spårelement relaterat till fosfor i klosettavtänkvatten – huvudstudie” som har finansierats av Svenskt Vatten Utveckling (SVU projekt nr 12-126), REVAQ, Lunds Renhållningsverk samt VA SYD och genomförts vid Inst. för biosystem och teknologi, SLU Alnarp, av Christina Johansson, Christina Johansson Utredningar & Dokumentation, Jan Erik Mattsson, Jan-Eric Englund och Sven-Erik Svensson
- Faktabladet har skrivits av: Sven-Erik Svensson sven-erik.svensson@slu.se och Jan-Eric Englund jan-eric.englund@slu.se Inst. för biosystem och teknologi, SLU Alnarp
- På webbadressen <http://epsilon.slu.se> kan detta Faktablad hämtas elektroniskt.